

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) DE 197 22 947 C 1

(5) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 D 1/02**

G 01 C 23/00  
G 08 G 1/16  
B 60 K 31/00  
B 60 K 28/00  
// G01S 13/58,B62D  
15/02

- (21) Aktenzeichen: 197 22 947.6-32  
(22) Anmeldetag: 31. 5. 97  
(43) Offenlegungstag: -  
(45) Veröffentlichungstag:  
der Patenterteilung: 25. 2. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Michi, Harald, 75248 Ölbronn-Dürrn, DE; Winner,  
Hermann, Dr., 76229 Karlsruhe, DE; Lichtenberg,  
Bernd, Dr., 74321 Bietigheim-Bissingen, DE; Uhler,  
Werner, Dr., 76646 Bruchsal, DE

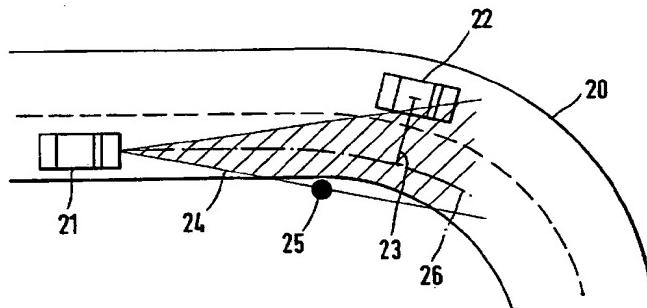
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 1 96 14 061 A1  
DE 41 33 882 A1  
US 47 86 164

Winner, H. u.a.: Adaptive Cumin Control System,  
in: SAE Technical Paper Series No. 961010, 1996,  
S. 27-36;

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines Fahrzeugs

(57) Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben zur Bestimmung eines zukünftigen Kursverlaufs (26) oder Kursbereichs eines Fahrzeugs (21), dessen Fahrgeschwindigkeit in Abhängigkeit von einem Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen (22) regelbar ist, wobei der zukünftige Kursbereich wenigstens anhand eines Kursverlaufs eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird. Dazu wird zu allen detektierten vorausfahrenden Fahrzeugen ein seitlicher Querversatz (23) bestimmt. Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird der bestimmte zukünftige Kursbereich anhand detekтирter stationärer Objekte (25) begrenzt.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines Kraftfahrzeugs. Sie kann angewendet werden beispielsweise im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines Fahrzeugs, einer adaptiven Leuchtweitenanpassung oder auch einfach zum Erkennen kritischer Situationen. Voraussetzung ist, daß das Fahrzeug mit wenigstens einem Sensor ausgerüstet ist, der vorausfahrende Fahrzeuge und stationäre Objekte im Vorfeld des Fahrzeugs erkennen sowie wenigstens deren Position bestimmen kann. Solche Sensoren können beispielsweise als Radar-, Laser- oder auch als Videosensor ausgebildet sein. Die Erfindung wird vorzugsweise im Zusammenhang mit einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- oder Abstandsregelung eines Fahrzeugs verwendet, da ein solcher Sensor bei dieser Anwendung bereits vorhanden ist.

## Stand der Technik

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche Veröffentlichungen bekannt geworden, die sich mit einer automatischen Regelung der Geschwindigkeit eines Kraftfahrzeugs unter Berücksichtigung des Abstandes zu vorausfahrenden Fahrzeugen beschäftigen. Solche Systeme werden häufig als Adaptive Cruise Control (ACC) bzw. im Deutschen als adaptive oder dynamische Fahrgeschwindigkeitsregler bezeichnet. Ein grundlegendes Problem bei solchen Systemen ist angesichts heutiger Verkehrsverhältnisse eine automatisierte Entscheidung, welches von mehreren vorausfahrenden Fahrzeugen für die Geschwindigkeits- oder Abstandsregelung relevant bzw. am relevantesten ist. Besonders schwierig ist diese Entscheidung in dem Fall, daß die Straße, auf der sich das geregelte Fahrzeug bewegt, mehrspurig und kurvig ist. In diesem Fall werden durch einen Abstandssensor, der unter anderem zur Detektion vorausfahrender Fahrzeuge dient, in der Regel auch Fahrzeuge detektiert, die sich auf benachbarten Fahrspuren befinden und dementsprechend für eine Abstandsregelung nur eine untergeordnete Relevanz besitzen.

Dementsprechend besteht bei einem ACC-System das Bedürfnis, einen zukünftigen Kursverlauf beziehungsweise einen zukünftigen Kursbereich des geregelten Fahrzeugs zu bestimmen, um anhand der Kenntnis dieses Bereichs das jeweils relevanzteste vorausfahrende Fahrzeug oder umgekehrt das zu einem momentanen Zeitpunkt gefährlichste Hindernis zu bestimmen. Beide Größen, sowohl der Kursverlauf als auch der Kursbereich orientieren sich grundsätzlich am Verlauf der Straße, berücksichtigen im Optimalfall jedoch auch gegebenenfalls stattfindende Spurwechsel- oder Abbiegevorgänge des geregelten Fahrzeugs. Der Begriff "zukünftiger Kursbereich" unterscheidet sich dabei im folgenden von dem Begriff "zukünftiger Kursverlauf" dahingehend, daß er den gesamten räumlichen Bereich, in dem sich das geregelte Fahrzeug voraussichtlich bewegen wird, beinhaltet. Dies bedeutet, daß er auch die jeweils benötigte Breite des Kraftfahrzeugs berücksichtigt.

Derzeit bekannte Lösungen zu der oben genannten Problemstellung sind beispielsweise in der Veröffentlichung "Adaptive Cruise Control - System Aspects and Development Trends" von Winner, Witte et. al., veröffentlicht als SAE Technical Paper Series No 961010 auf der SAE vom 26. bis 29. Februar 1996 beschrieben. Demnach ist die einfachste Art, einen zukünftigen Kurs eines geregelten Fahrzeugs vorherzusagen, die Annahme einer geradlinigen Bewegung. Es ist jedoch offensichtlich, daß diese Art der Vorhersage bei Kurven oder Spurwechseln nicht funktioniert.

Ein komplexerer Fall, der für weite Bereiche jedoch hinreichende Ergebnisse liefert, ist die Annahme eines Kurses mit einer konstanten Krümmung. Diese wird beispielsweise anhand einer Differenz von Radgeschwindigkeiten, anhand ei-

- 5 nes Lenk- oder Lenkradwinkels, anhand von Querbeschleunigungen und/ oder anhand von Gierraten bestimmt. Entsprechende Verfahren sind aus dem Bereich der Fahrdynamikregelung bekannt. Nachteil dieses Verfahrens ist, daß der zukünftige Kurs oder Kursbereich nur jeweils anhand des aktuellen Kurses geschätzt wird. Somit entstehen auch hier bei jeder Änderung des Kurses, beispielsweise beim Ein- oder Ausfahren in Kurven Fehler. Eine weitere Möglichkeit zur Vorhersage eines Kursverlaufs, die ebenfalls in der genannten Veröffentlichung erwähnt ist, ist eine Verwendung von Navigationssystemen. Die Grenzen dieses Verfahrens hängen jedoch von der Aktualität und der Genauigkeit der zur Verfügung stehenden Karten sowie der Fähigkeit des Systems zur Bestimmung der jeweils aktuellen Position des Fahrzeugs ab. Die Vorhersage ist insbesondere in
- 10 Baustellenbereichen oder bei neuen Straßen fehlerhaft. Als weitere Möglichkeit wird in der genannten Veröffentlichung eine Vorhersage des Straßenverlaufs oder der Spur basierend auf Radardaten genannt. Stationäre Objekte wie Reflektoren oder Leitplanken, die von einem Signalprozessor detektiert werden, werden verwendet, um die Straßenbegrenzungen zu rekonstruieren. Entsprechend der Veröffentlichung ist bisher jedoch wenig über die Qualität und die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens bekannt.

In der US 4,786,164 ist ein System und ein Verfahren zur Detektion einer Entfernung zwischen zwei Fahrzeugen beschrieben, die sich in derselben Verkehrsspur bewegen. Die Bestimmung der Fahrspur, in der sich jedes der beiden Fahrzeuge bewegt, erfolgt dabei anhand eines Vergleichs von Winkeln, unter denen Reflektoren, die an beiden Seiten der Straße verteilt sind, detektiert werden. Das hier beschriebene Verfahren ist jedoch nur anwendbar, wenn tatsächlich auf beiden Seiten einer Straße geeignete Reflektoren zur Verfügung stehen und damit abhängig von infrastrukturellen Gegebenheiten.

- 35 40 In der DE 196 14 061 A1 ist ein System zur Steuerung der Entfernung zu einem vorausfahrenden Fahrzeug auf der Grundlage einer einstellbaren Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben. Dieses beschriebene System weist eine Krümmungsbestimmungseinrichtung auf, in der die Krümmung einer Straße anhand eines Lenkwinkels und einer Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird. Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit wird gemäß einer ersten Modifikation der Lenkwinkel auf der Grundlage der Bewegung eines spezifizierten stationären Objekts bestimmt. Dazu werden die Orte eines stationären Objekts relativ zu einem bewegten Systemfahrzeug in gleichmäßigen Zeitabständen überwacht. Die Orte werden dann als Kreisbogen definiert, um die Krümmung der Straße zu berechnen, auf der das Systemfahrzeug fährt. Gemäß einer zweiten Modifikation kann eine scharfe Kurve der Straße ebenfalls anhand eines stationären Objekts erkannt werden. Gemäß einer vierten Modifikation kann die berechnete Krümmung erhöht oder reduziert werden, wenn ein Abbiegeanzeiger die rechte oder die linke Richtung anzeigt. Gemäß einer zehnten Modifikation ist es möglich, anhand eines Navigationssystems, beispielsweise eines GPS-Systems zu bestimmen, ob eine Kurve in einer Vorwärtsrichtung des Systemfahrzeugs vorliegt oder nicht. Keines der in dieser Schrift vorgestellten Verfahren beseitigt jedoch die bereits im einzelnen genannten Nachteile.
- 45 50 55 60 65 Aus der DE 41 33 882 A1 ist ein Verfahren zum selbständigen Nachführen eines Fahrzeugs auf der Spur eines ganz bestimmten vorausfahrenden Fahrzeugs bekannt. Dazu wird mittels einer elektronischen Kamera der signifikante Heck-

bereich eines Führungsfahrzeugs überwacht und näherungsweise der Seitenversatz zu diesem bestimmt. Das Ziel ist die Gewinnung von Ansteuersignalen für die Lenkung des die Kamera tragenden Fahrzeugs.

#### Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine darauf basierende Vorrichtung anzugeben, mit dem beziehungsweise mit der ein zukünftiger Kursbereich eines ersten Fahrzeugs zuverlässig und insbesondere auch bei Kurvenein- und -ausfahrten bestimmt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der zukünftige Kursbereich des ersten Fahrzeugs wenigstens anhand eines Kursverlaufs eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird dazu eine relative Position wenigstens eines vorausfahrenden Fahrzugs zu dem ersten Fahrzeug bestimmt, anschließend wird anhand dieser relativen Position ein Querversatz  $q$  zwischen dem vorausfahrenden Fahrzeug und dem ersten Fahrzeug bestimmt. Der zukünftige Kursbereich des geregelten Fahrzeugs wird sodann in Abhängigkeit des Querversatzes  $q$  und des Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt. Anschaulich gesprochen erfolgt eine Beobachtung der Bewegung eines oder mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge zur Bestimmung des eigenen zukünftigen Kursverlaufs bzw. Kursbereichs. Der Querversatz  $q$  wird vorteilhafterweise zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten jeweils neu bestimmt und zwischen diesen Zeitpunkten jeweils als konstant angenommen. Besonders vorteilhaft ist, wenn der zukünftige Kursbereich des geregelten Fahrzeugs anhand von Kursverläufen mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge bestimmt wird, wobei ein Spurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs durch Vergleich oder Korrelation oder Mittelung der Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge herausgefiltert wird. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird zusätzlich zu dem erfindungsgemäß bestimmten, ersten zukünftigen Kursbereich mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querbeschleunigung des geregelten Fahrzeugs oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge die von dem Abstandssensor des ersten Fahrzeugs detektiert werden, bestimmt. Anhand des ersten und des mindestens einen weiteren bestimmten, zukünftigen Kursbereichs wird sodann ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt. Dies bedeutet anschaulich gesprochen, daß ein zukünftiger Kursbereich des geregelten Fahrzeugs anhand unterschiedlicher und von einander unabhängiger Verfahren bestimmt wird. Durch eine Kombination dieser einzeln bestimmten, zukünftigen Kursbereiche können bei den Verfahren einzeln auftretende Fehler korrigiert werden, so daß der verifizierte zukünftige Kursbereich eine optimale Voraussage des tatsächlichen Kursbereichs beinhaltet. Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der zukünftige oder der verifizierte zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detekтирter, stationärer Objekte oder anhand von Positionen detekтирter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt. Auf diese Weise fließen weitere, unabhängige Daten in die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs ein.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Meßdaten bestimmt wird, die tatsächlich im Vorfeld des geregelten Fahrzeugs liegen. Anstelle einer Schätzung durch eine Extrapolation einer momentanen Situation erfolgt eine Auswertung der tatsächlich im Vorfeld des Fahrzeugs vorhande-

nen Situation. Auf diese Weise ist insbesondere eine frühzeitige Erkennung von einem Kurvenbeginn oder -ende möglich. Dadurch wird die Fehlerquote gegenüber bisher bekannten Verfahren deutlich verringert. Ein weiterer Vor-

teil ist, daß das Verfahren unabhängig ist von besonderen infrastrukturellen Bedingungen wie beispielsweise extra vorgesehenen Reflektoren am Straßenrand. Sind entsprechende Reflektoren jedoch vorhanden, können sie entsprechend mit berücksichtigt werden. Darüber hinaus läßt sich das Verfahren bei einem Fahrzeug, welches mit einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung ausgerüstet ist ohne besonderen Aufwand, insbesondere ohne eine zusätzliche Bildaufnahme- und Bildauswerteeinrichtung realisieren.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**Fig. 2** und **Fig. 3** zwei Prinzipskizzen zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

**Fig. 4** ein Flußdiagramm gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**Fig. 5** ein Flußdiagramm gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung und

**Fig. 6** ein Flußdiagramm zur detaillierteren Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ein Abstandssensor **10**, beispielsweise ein Radar- oder ein Lasersensor, ist mit einer Auswerte- und Steuereinheit **11** verbunden. Die Auswerte- und Steuereinheit **11** erhält zahlreiche weitere Signale, von denen hier beispielhaft ein Eingang **13** für eine Fahrzeugeigengeschwindigkeit, ein Eingang **14** für einen Lenkwinkel und ein Eingang **15** für eine Gierrate dargestellt sind. Weiterhin ist die Auswerte- und Steuereinheit **11** mit einem oder mehreren Aktuatoren **12** verbunden. Die gesamte Vorrichtung ist in ein erstes Fahrzeug eingebaut. Mit dem Abstandssensor **10** werden nach bekannten Verfahren vorausfahrende Fahrzeuge, entgegenkommende Fahrzeuge sowie stationäre Objekte auf und beiderseits der Fahrbahn detektiert. Entsprechende Meßdaten werden aufbereitet und der Auswerte- und Steuereinheit **11** zugeführt. Diese bestimmt, entsprechend dem nachfolgend beschriebenen Verfahren, wenigstens einen zukünftigen Kursbereich des ersten Fahrzeugs.

Im Rahmen einer adaptiven Geschwindigkeitsregelung steuert oder regelt die Auswerte- und Steuereinheit **11** über den oder die Aktuatoren **12** die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Alternativ oder ergänzend steuert sie über Aktuatoren **12** beispielsweise die Leuchtweite oder den Lichtkegel der Scheinwerfer des Fahrzeugs oder erzeugt ein Warnsignal, das auf eine kritische Situation hindeutet.

**Fig. 2** zeigt eine zweispurige Straße **20**, auf der sich zwei Fahrzeuge **21**, **22** in gleicher Richtung bewegen. Mit **21** ist das Fahrzeug bezeichnet, welches die erfindungsgemäße Vorrichtung besitzt. Ausgehend von der Front des Fahrzeugs **21** ist ein Winkelbereich **24** skizziert, der den Erfassungsbe- reich des Abstandssensors **10** symbolisiert. Eine strichpunkt- tierte Linie **26** zeigt den zukünftigen Kursverlauf des Fahrzeugs **21**. Eine Strecke **23** gibt einen seitlichen Querversatz  $q$  zwischen den Fahrzeugen **21** und **22** an. Mit **25** ist ein stationäres Objekt, beispielsweise ein Baum am Straßenrand skizziert.

**Fig. 3** zeigt ebenfalls eine zweispurige Straße **30**, auf der drei Fahrzeuge **31**, **32** und **33** zu zwei verschiedenen Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$  dargestellt sind. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt  $t_0$  sind gestrichelt dargestellt und mit

**31a, 32a und 33a** bezeichnet. Die Positionen der Fahrzeuge zum Zeitpunkt  $t_1$  sind mit **31b, 32b** und **33b** bezeichnet. Zwei Strecken **34** und **35** bezeichnen jeweils einen Querversatz  $q_1$  und  $q_2$  zwischen dem Fahrzeug **31** und **32** und zwischen dem Fahrzeug **31** und **33**.

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Gemäß Schritt **41** werden mit Hilfe des Abstandssensors **10** vorausfahrende Fahrzeuge  $F_{vi}$  detektiert. Gemäß Fig. 2 und Fig. 3 werden dabei die Fahrzeuge **22** sowie **32** und **33** detektiert. In Schritt **42** wird eine Position  $P_{vi}$  jedes einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt. Dieser Schritt kann je nach Realisierung entweder von einer Auswerteschaltung innerhalb des Abstandssensors **10** oder von der Auswerte- und Steuereinheit **11** durchgeführt werden. Die bestimmten Positionen  $P_{vi}$  der vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$  beinhalten eine Entfernung  $d_i$  und einen Winkel  $\alpha_i$ . Gemäß Schritt **43** wird ein Querversatz  $q_i$ , der in den Fig. 2 und 3 durch die Strecken **23, 34** und **35** angegeben ist, bestimmt. Rein mathematisch ergibt sich der Querversatz  $q_i$  zu

$$q_i = d_i \cdot \sin\alpha_i.$$

Da in dieser Beziehung jedoch die Krümmung der Straße **20** bzw. **30** und ein daraus folgender zusätzlicher Querversatz der Fahrzeuge  $F_{vi}$ , nicht berücksichtigt ist, ist es vorteilhafter, den jeweiligen Querversatz  $q_i$  anhand der Position  $P$  des Fahrzeugs **31** zum Zeitpunkt  $t_1$  und der Position  $P_{vi}$  des vorausfahrenden Fahrzeugs **32, 33** zum Zeitpunkt  $t_0$  zu bestimmen. Mit anderen Worten wird der Querversatz  $q_i$  dabei jeweils erst dann bestimmt, wenn sich das erste Fahrzeug **31** an oder neben der Position befindet, die das jeweilige vorausfahrende Fahrzeug einen oder mehrere Meßzeitpunkte vorher inne hatte.

Gemäß Schritt **44** wird nun der zukünftige Kursbereich  $KB$  des geregelten Fahrzeugs **21, 31** aufgrund einer angenommenen Breite  $b$  des ersten Fahrzeugs, anhand der Kursverläufe  $KV_i$  der vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$ , anhand deren jeweiligem Querversatz  $q_i$  und gegebenenfalls anhand zuvor bestimmter Kursverläufe bestimmt. Dabei wird die Annahme zugrunde gelegt, daß sich das erste Fahrzeug so weiterbewegen wird wie das oder die vorausfahrenden Fahrzeuge. Vorteilhafterweise wird bei Erkennen eines beabsichtigten oder beginnenden Spurwechsels des ersten Fahrzeugs, beispielsweise in Abhängigkeit eines Blinkersignals, der bestimmte voraussichtliche Kursbereich in die entsprechende Richtung erweitert. Dies unterscheidet den bestimmten zukünftigen Kursbereich  $KB$  von einer reinen Vorhersage des Straßenverlaufs. Gemäß **47** erfolgt die Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs  $KB$  des ersten Fahrzeugs iterativ, das heißt es schließt sich hier ein neuer Bestimmungszyklus an. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht gemäß Schritt **45** darin, den bestimmten zukünftigen Kursbereich anhand stationärer Objekte **25** und soweit vorhanden, anhand detekтирter entgegenkommender Fahrzeuge  $F_G$ , die in den Fig. 2 und 3 nicht gezeigt sind, zu begrenzen.

Der nachfolgende Schritt **46** bezieht sich auf die Anwendung des erfundungsgemäßen Verfahrens im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und Abstandsregelung. Hier erfolgt nun die Auswahl eines vorausfahrenden Fahrzeugs als Regelungsziel für die Abstandsregelung. Dabei werden nun vorteilhafterweise nur diejenigen vorausfahrenden Fahrzeuge berücksichtigt, die sich innerhalb des bestimmten zukünftigen Kursbereichs  $KB$  befinden. Befinden sich mehrere vorausfahrende Fahrzeuge in diesem Bereich, erfolgt eine Auswahl bevorzugt danach, welches der vorausfahrenden Fahrzeuge eine geringste Sollbeschleunigung

bzw. eine größte Sollverzögerung bei dem geregelten Fahrzeug erfordert. Die Auswahl kann jedoch alternativ oder ergänzend auch von anderen Kriterien abhängig gemacht werden. Beispielsweise kann die Auswahl danach erfolgen,

5 welches der vorausfahrenden Fahrzeuge den geringsten Abstand zu dem ersten, geregelten Fahrzeug aufweist. Mit **48** ist die iterative Wiederholung des Verfahrens gemäß der bevorzugten Ausführung der Erfindung dargestellt.

Fig. 5 zeigt ein Flußdiagramm eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Die Schritte **51** bis **54** entsprechen dabei den Schritten **41** bis **44** gemäß Fig. 4. Entsprechend der zweiten Ausgestaltung der Erfindung erfolgt dann in Schritt **55** eine Bestimmung eines verifizierten, zukünftigen Kursbereichs  $KB_{ver}$ . Zu diesem Zweck werden gemäß **56** weitere Meßdaten, insbesondere ein anderweitig bestimmter, zukünftiger Kursbereich  $KB_2$  verwendet. Dieser anderweitig bestimmte, zukünftige Kursbereich  $KB_2$  kann beispielsweise anhand der im Stand der Technik bekannten Verfahren mit Hilfe einer Gierrate oder einer Querbeschleunigung bestimmt werden. Durch die Verknüpfung mehrerer, voneinander unabhängig bestimmter zukünftiger Kursbereiche wird eine jeweils vorhandene Fehlerquote weiter minimiert. Im einfachsten Fall erfolgt die Verknüpfung der beiden bestimmten zukünftigen Kursbereiche  $KB$  und  $KB_2$  dadurch, daß der erste bestimmte Kursbereich  $KB$  verwendet wird, solange eine festgelegte minimale Anzahl vorausfahrender Fahrzeuge detektiert wird. Werden weniger vorausfahrende Fahrzeuge als diese festgelegte Zahl detektiert, wird der zukünftige Kursbereich  $KB_2$  verwendet. Alternativ können die Daten der beiden bestimmten Kursbereiche  $KB$  und  $KB_2$  auch miteinander korreliert werden, um den verifizierten Kursbereich  $KB_{ver}$  zu erhalten. Gemäß **58** erfolgt auch die Bestimmung des zukünftigen verifizierten Kursbereichs iterativ. Schritt **57** entspricht dem Schritt **46** aus Fig. 4 und beinhaltet wiederum eine Zielauswahl eines vorausfahrenden Fahrzeugs im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und Abstandsregelung.

Fig. 6 zeigt eine detailliertere Darstellung der Verfahrensschritte zur Bestimmung des zukünftigen Kursbereichs  $KB$  gemäß den Schritten **44** und **54** der Fig. 4 und 5. Dementsprechend können die Schritte **61** bis **63** anstelle der Schritte **44** und **54** in den Fig. 4 und 5 eingefügt werden. In Schritt **61** werden Stützstellen  $S_i$  bestimmt, indem die Positionen  $P_{vi}$  der detektierten vorausfahrenden Fahrzeuge  $F_{vi}$  mit den zugehörigen bestimmten Querversätzen  $q_i$  verrechnet werden. Im Idealfall liegen dann alle bestimmten Stützstellen  $S_i$  auf einer Kurve, die dem zukünftigen Kursverlauf  $KV$  des ersten Fahrzeugs entspricht. In Schritt **62** wird dieser Kursverlauf  $KV$  bestimmt, indem eine Funktion, beispielsweise in Form eines Polynoms bestimmt wird, die möglichst alle Stützstellen  $S_i$  zumindest näherungsweise erfaßt. Diese bestimmte Funktion beschreibt dann den zukünftigen Kursverlauf  $KV$ . In Schritt **63** wird dann der zukünftige Kursbereich  $KB$  bestimmt, indem der Kursverlauf  $KV$  um die Breite  $b$  des ersten Fahrzeugs aufgeweitet wird. Zusätzlich erfolgt bevorzugt ggf. eine weitere Erweiterung  $E$  in Abhängigkeit von erkannten Spurwechselsignalen des ersten Fahrzeugs.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs eines ersten Fahrzeugs, welches mit einem Abstandssensor ausgerüstet ist, wobei mit Hilfe des Abstandssensors wenigstens eine relative Position vorausfahrender Fahrzeuge zum ersten Fahrzeug bestimmbar ist, wobei der zukünftige Kursbereich wenigstens anhand eines Kursverlaufs eines vorausfahrenden Fahrzeugs bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß eine relative Position eines vorausfahrenden Fahrzeugs zu dem ersten Fahrzeug bestimmt wird,
- daß anhand dieser relativen Position ein Querversatz zwischen dem vorausfahrenden Fahrzeug und dem geregelten Fahrzeug bestimmt wird und
- daß in Abhängigkeit des Querversatzes und eines Kursverlaufs des vorausfahrenden Fahrzeugs der zukünftige Kursbereich des geregelten Fahrzeugs bestimmt wird.

5

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Querversatz zu festgelegten oder wählbaren Zeitpunkten jeweils neu bestimmt wird und daß der jeweils bestimmte Querversatz zwischen diesen Zeitpunkten als konstant angenommen wird.

15

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Kursverläufen mehrerer vorausfahrender Fahrzeuge bestimmt wird und daß ein Fahrspurwechsel eines einzelnen vorausfahrenden Fahrzeugs durch Vergleich, Korrelation oder Mittelung der Kursverläufe aller vorausfahrenden Fahrzeuge herausgefiltert wird.

20

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

25

- daß mindestens ein weiterer zukünftiger Kursbereich des geregelten Fahrzeugs anhand eines Lenkwinkels, eines Lenkradwinkels, einer Gierrate, einer Differenz von Radgeschwindigkeiten oder einer Querbeschleunigung des geregelten Fahrzeugs oder anhand stationärer Objekte oder anhand entgegenkommender Fahrzeuge, die von einem Abstandssensor des geregelten Fahrzeugs detektiert werden, bestimmt wird und
- daß anhand des ersten und des mindestens einen weiteren bestimmten, zukünftigen Kursbereichs ein verifizierter zukünftiger Kursbereich bestimmt wird.

35

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zukünftige Kursbereich anhand von Positionen detekтирter, stationärer Objekte oder anhand von Positionen detekтирter, entgegenkommender Fahrzeuge begrenzt wird.

40

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, beinhaltend,

45

- einen Abstandssensor zur Detektion vorausfahrender Fahrzeuge,
- eine Auswerteeinrichtung zur Bestimmung mindestens eines Winkels, einer Entfernung und einer Geschwindigkeit eines jeden vorausfahrenden Fahrzeugs,
- Mittel zur Bestimmung eines Querversatzes eines jeden vorausfahrenden Fahrzeugs zu dem geregelten Fahrzeug sowie
- Mittel zur Bestimmung eines zukünftigen Kursbereichs des geregelten Fahrzeugs anhand der Bewegung mindestens eines vorausfahrenden Fahrzeugs und dessen Querversatz.

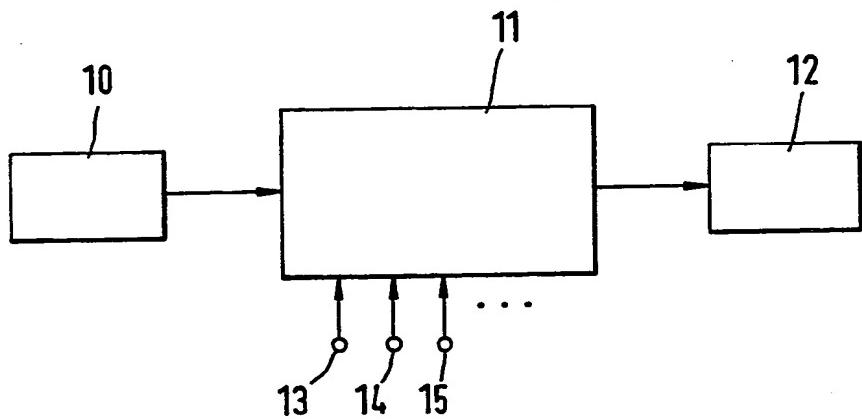
55

60

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

65

Fig.1



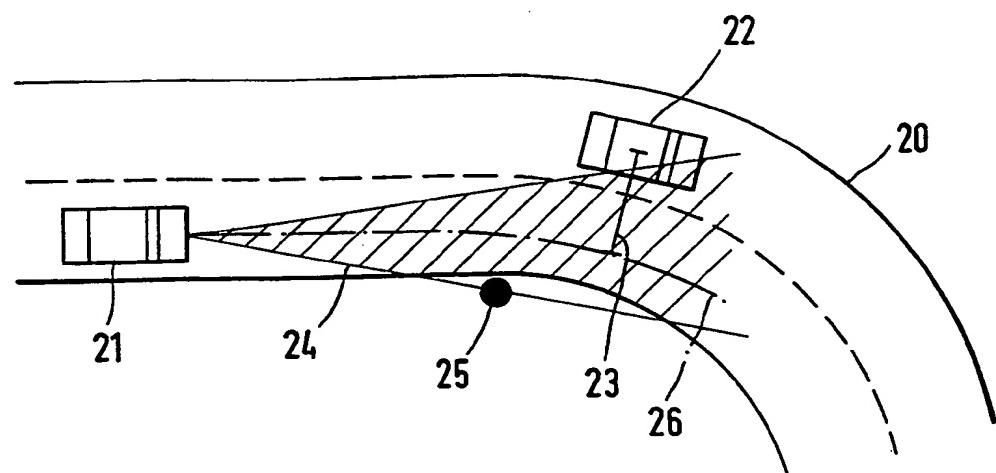


Fig.2

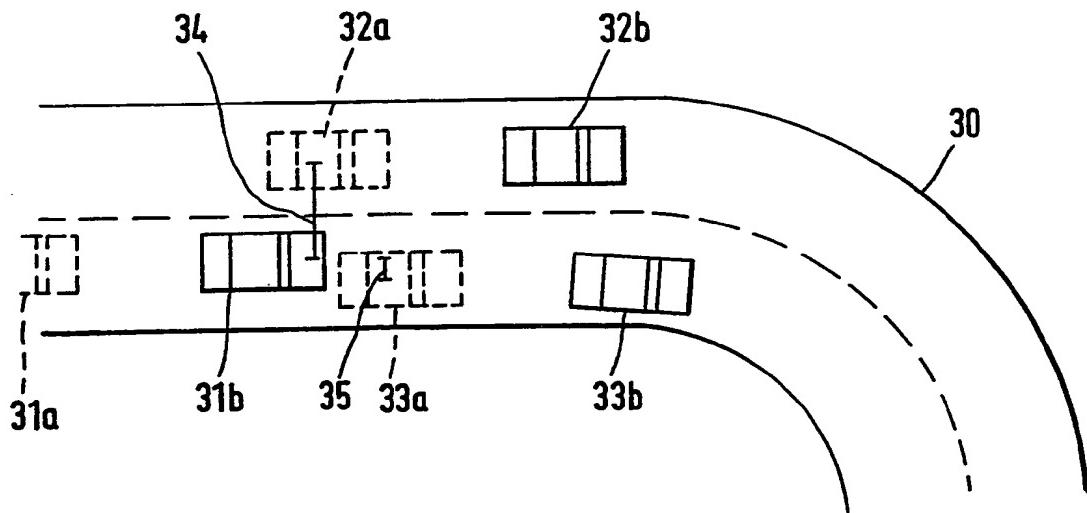


Fig.3

Fig.4

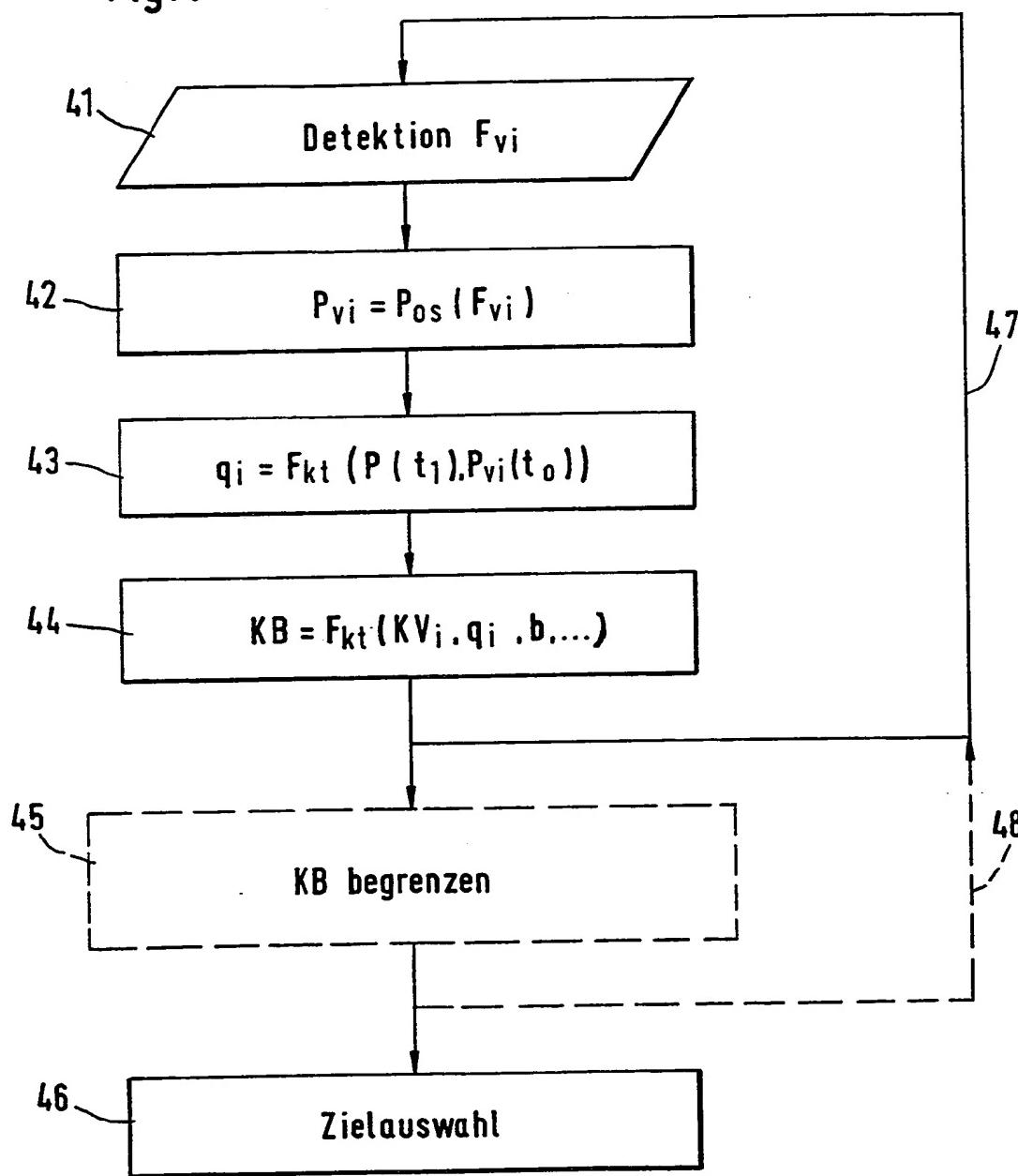


Fig.5

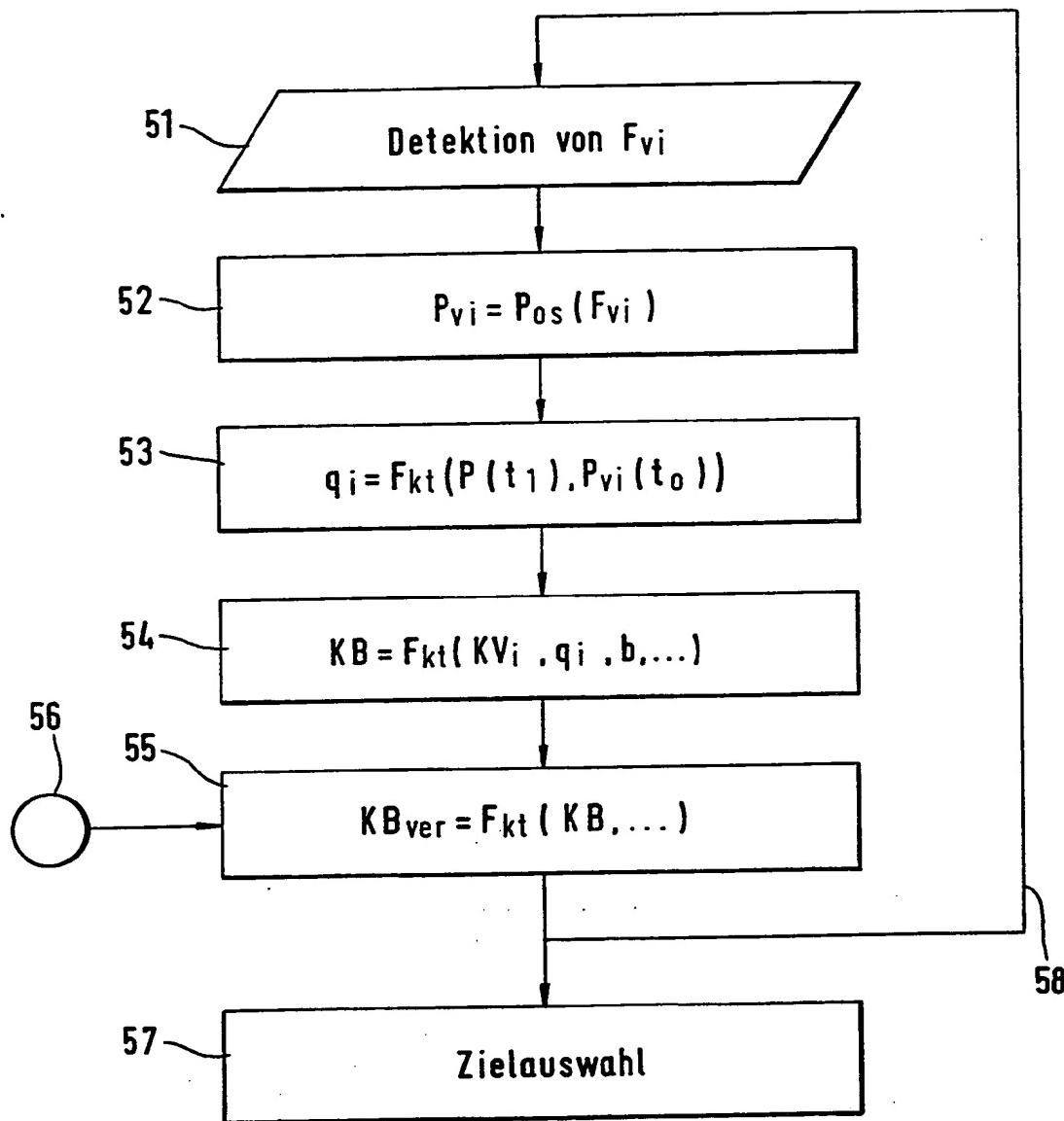


Fig.6

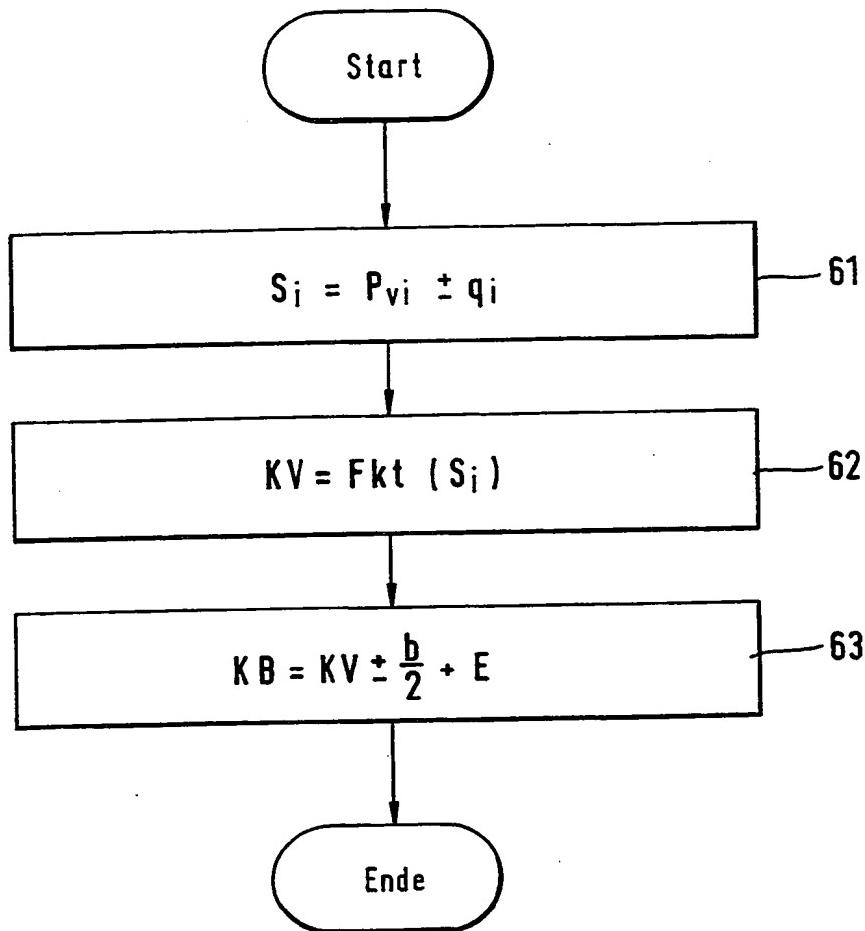
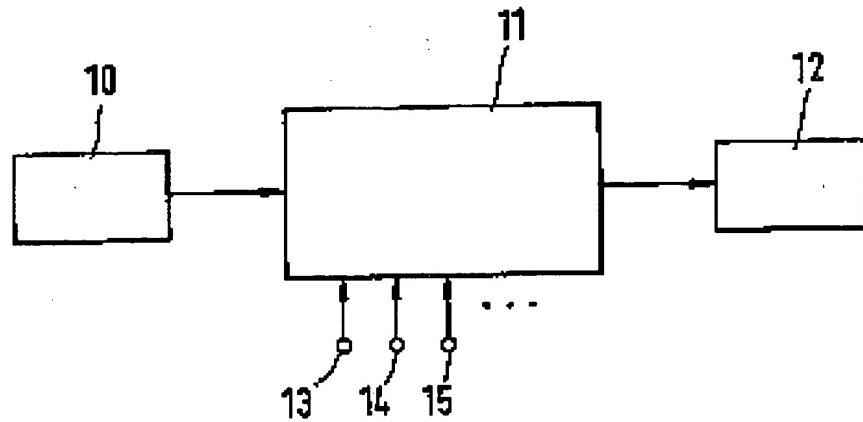


Fig.1



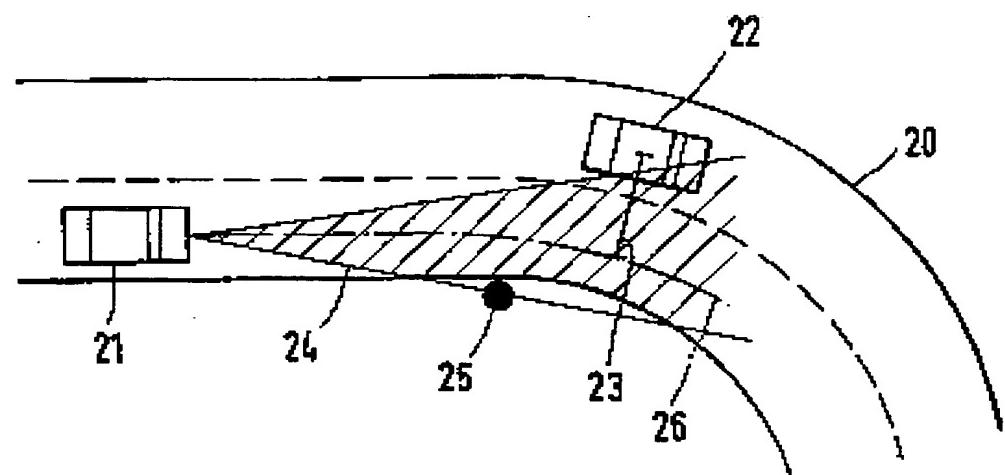


Fig. 2

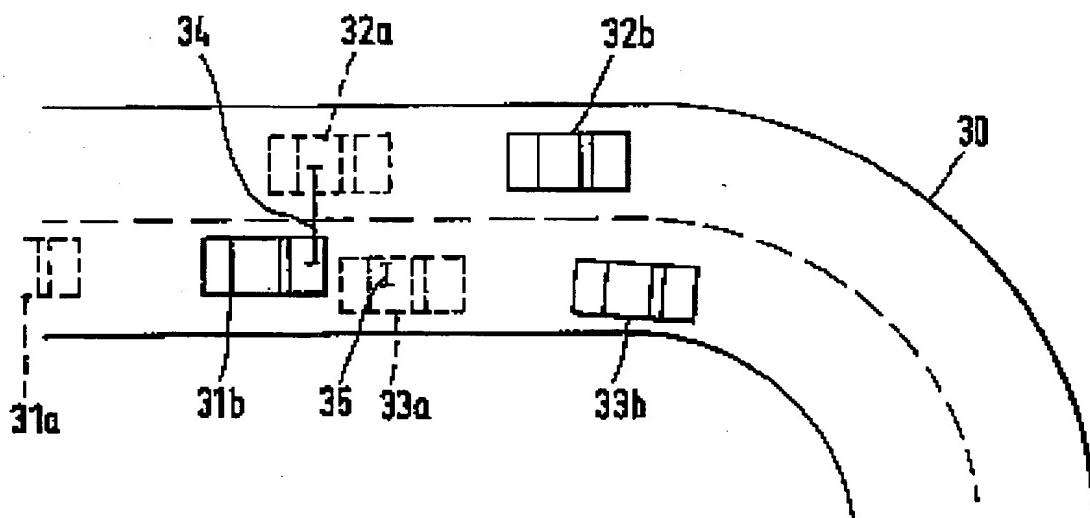


Fig. 3

Fig.4

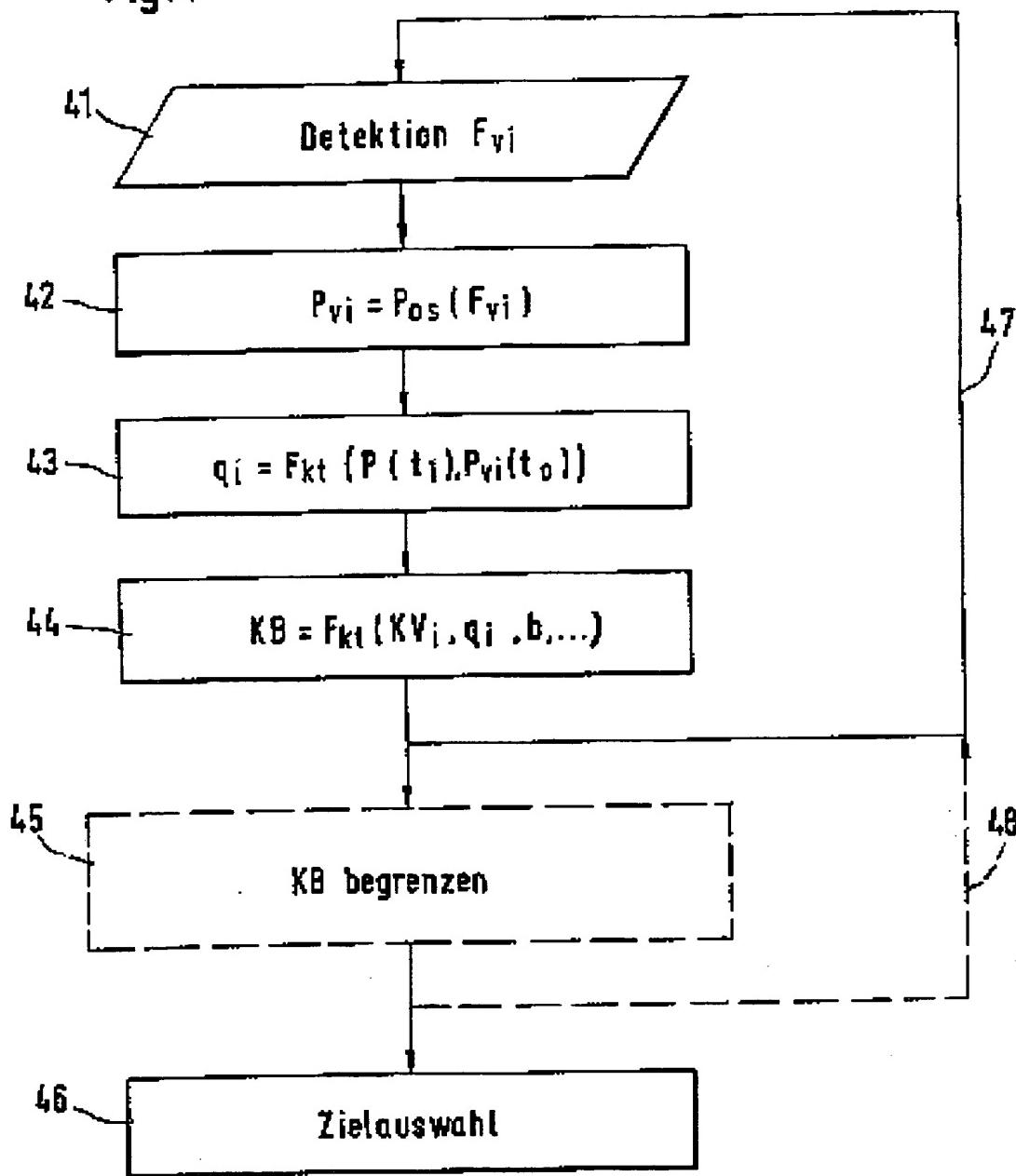


Fig.5

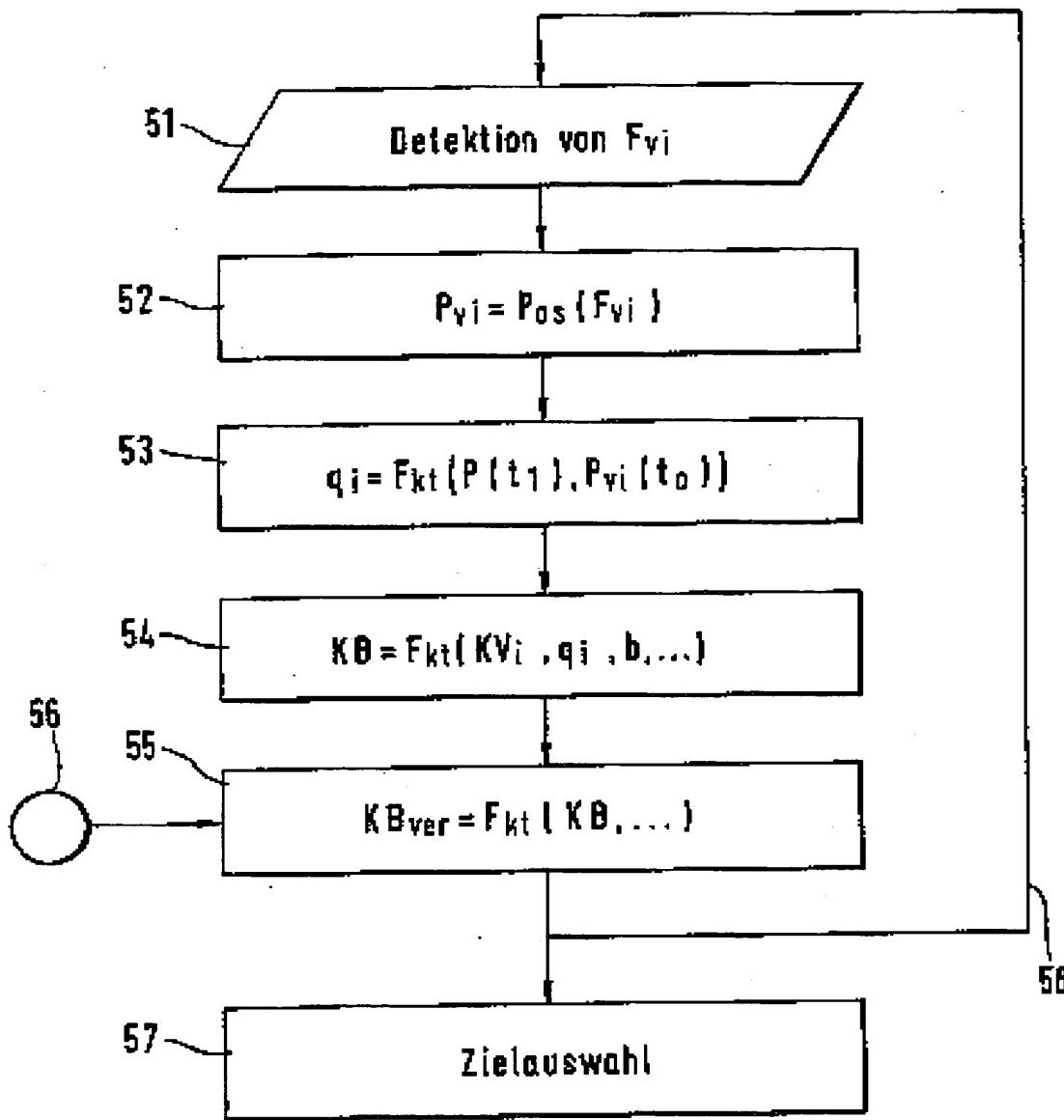
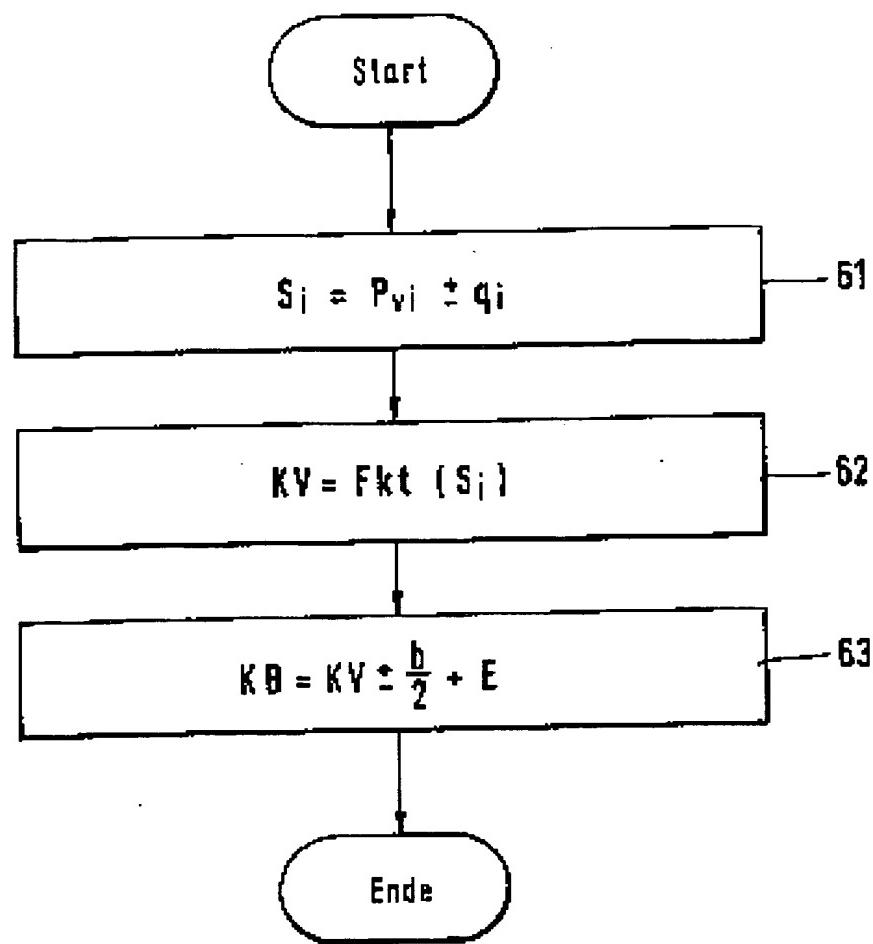


Fig.6



THIS IS A U.S. GOVERNMENT WORK (USPTO)